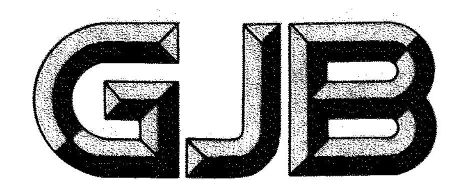


中华人民共和国国家军用标准

FL 0109

GJB 150.9A－2009
代替 GJB 150.9－1986

军用装备实验室环境试验方法 第9部分：湿热试验

Laboratory environmental test methods for military materiel——Part 9: Damp heat test

2009－05－25 发布

2009－08－01 实施

中国人民解放军总装备部 批准

前　言

GJB 150《军用装备实验室环境试验方法》分为28个部分：

a) 第1部分：通用要求；
b) 第2部分：低气压(高度)试验；
c) 第3部分：高温试验；
d) 第4部分：低温试验；
e) 第5部分：温度冲击试验；
f) 第7部分：太阳辐射试验；
g) 第8部分：淋雨试验；
h) 第9部分：湿热试验；
i) 第10部分：霉菌试验；
j) 第11部分：盐雾试验；
k) 第12部分：砂尘试验；
l) 第13部分：爆炸性大气试验；
m) 第14部分：浸渍试验；
n) 第15部分：加速度试验；
o) 第16部分：振动试验；
p) 第17部分：噪声试验；
q) 第18部分：冲击试验；
r) 第20部分：炮击振动试验；
s) 第21部分：风压试验；
t) 第22部分：积冰/冻雨试验；
u) 第23部分：倾斜和摇摆试验；
v) 第24部分：温度－湿度－振动－高度试验；
w) 第25部分：振动－噪声－温度试验；
x) 第26部分：流体污染试验；
y) 第27部分：爆炸分离冲击试验；
z) 第28部分：酸性大气试验；
aa) 第29部分：弹道冲击试验；
bb) 第30部分：舰船冲击试验。

本部分为GJB 150的第9部分，代替GJB 150.9－1986《军用设备环境试验方法　湿热试验》。

本部分与GJB 150.9－1986相比，有下列主要变化：

a) 删除了GJB 150.9－1986中的“试验条件”，增加了确定试验方法、试验顺序和试验条件的剪裁指南；
b) 增加了对试验信息的要求；
c) 改变了试验循环的类型及试验循环周期数；
d) 明确规定了中间检测的时机和时间要求；
e) 增加了附录A。

本部分附录A为资料性附录。

本部分由中国人民解放军总装备部电子信息基础部提出。

本部分起草单位：信息产业部电子第五研究所、中国航空综合技术研究所、中国船舶重工集团公司704所、北京航空航天大学、空军装备研究院雷达与电子对抗研究所。

本部分主要起草人：王　忠、邓国华、吴彦灵、高浩云、金　玫、陈　明。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

GJB 150.9—1986。

军用装备实验室环境试验方法
第9部分：湿热试验

1 范围

本部分规定了军用装备的实验室湿热试验的目的与应用、剪裁指南、信息要求、试验要求、试验过程和结果分析的内容。

本部分适用于对军用装备进行湿热试验。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本部分的条款。凡注日期或版次的引用文件，其后的任何修改单(不包括勘误的内容)或修订版本都不适用于本部分，但提倡使用本部分的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡不注日期或版次的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GJB 150.1A－2009 军用装备实验室环境试验方法 第1部分：通用要求

GJB 4239 装备环境工程通用要求

3 目的和应用

3.1 目的

本试验的目的是确定装备耐湿热大气影响的能力。

3.2 应用

本试验适用于：

a) 可能在湿热环境中贮存或使用的装备；

b) 可能在产生高湿度的环境中贮存或使用的装备；

c) 显示装备可能与湿热相关的潜在问题。

选择合适的自然环境现场对装备进行试验效果更好，但由于后勤保障、费用或时间等方面的原因而难以实现。湿热条件在热带地区全年都可能出现，在中纬度地区则季节性地出现，在经受压力、温度和相对湿度综合变化的装备内也会出现。在世界范围内还存在其他高湿度环境。

3.3 限制

本试验不能重现与自然环境相关的所有的湿度影响，例如长期效应；也不能重现与低湿度环境相关的湿度影响。本试验不重现复杂的温湿度环境，而是提供一个通用的应力环境以暴露装备可能出现的问题，因此本试验不包含自然的或诱发的温湿度循环。本试验不对气密密封组件的内部元件进行评价，也没有考虑下列情况：

a) 压力和温度变化导致的机载和地面装备内的凝露；

b) 黑体辐射(如夜空效应)引起的凝露；

c) 生物和化学污染物与湿气或凝露的综合效应；

d) 聚集在装备或包装内并在相当长的时间内留存的液态水。

4 剪裁指南

4.1 选择试验方法

4.1.1 概述

分析有关技术文件的要求，应用装备(产品)订购过程中实施GJB 4239得出的结果，确定装备寿命

期内湿热环境出现的阶段，根据下列环境效应确定是否需要进行本试验。当确定需要进行本试验，且本试验与其他环境试验使用同一试件时，还需确定本试验与其他试验的先后顺序。

4.1.2 环境效应

潮湿会对装备产生物理和化学影响；温湿度的变化可以导致装备内部出现凝露现象。与湿度有关的物理现象参见附录A。考虑下列典型问题(未包括所有问题)，有助于确定本试验是否适用于受试装备：

a) 表面效应，如：
   1) 金属氧化/电化学腐蚀；
   2) 加速化学反应；
   3) 有机和无机表面覆盖层的化学或电化学破坏；
   4) 表面水气和外来附着物相互作用产生的腐蚀层；
   5) 摩擦系数的改变导致的粘结或粘附。

b) 材料性质的改变，如：
   1) 因吸收效应产生的材料膨胀；
   2) 其他性质变化，如物理强度降低、电气绝缘和隔热特性的改变、复合材料的分层、塑性或弹性的改变、吸湿材料性能降低、炸药和推进剂因吸湿而性能降低、光学元件图像传输质量降低、润滑剂性能降低。

c) 凝露和游离水产生的影响，如：
   1) 电气短路；
   2) 光学表面模糊；
   3) 热传导特性变化。

4.1.3 选择试验顺序

4.1.3.1 一般要求

见GJB 150.1A－2009中的3.6。

4.1.3.2 特殊要求

若湿热试验对同一试件的其他后续试验有影响，则应将湿热试验安排在这些试验之后。同样，由于潜在的综合环境影响没有代表性，一般不宜在经受过盐雾试验、砂尘试验或霉菌试验的同一试件上进行本试验。

4.2 选择试验程序

本试验只有一个试验程序。

4.3 确定试验条件

4.3.1 概述

选定本试验后，还应根据有关文件的规定和为该程序提供的信息，选定该程序所用的试验条件和试验技术。应确定温湿度循环周期数、试验持续时间、温湿度量值等试验参数和试件的技术状态，还应考虑试件工作与性能检测要求、试验通风要求，确定时应考虑4.3.2～4.3.4的内容。

4.3.2 试验持续时间

本试验以24h为一个循环周期，最少进行10个周期。一般10个周期足以展现湿热环境对大多数装备的潜在影响。为了使湿热试验结果更真实地反映装备耐湿热环境的能力，可按有关文件的规定，延长试验持续时间。

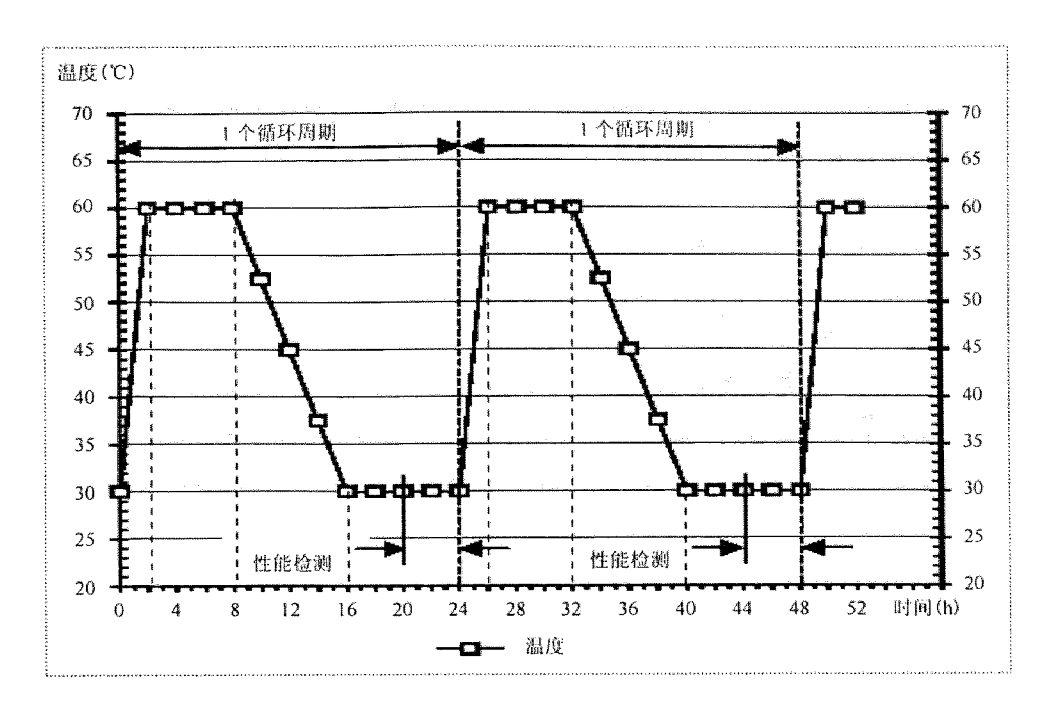
4.3.3 温湿度量值

温湿度量值见图1。虽然温度为60℃和相对湿度为95%的综合在自然环境中不会出现，但该温度和相对湿度量值的综合能发现装备有潜在问题的部位。

4.3.4 试验中性能检测时机

如果装备应在湿热环境中工作，则应每5个循环至少进行一次性能检测，检测应在图1所示的时间

段内进行。



除了在温度下降期间相对湿度可以降至85%外，在其他所有时间内相对湿度应保持为95%±5%。

注：一个循环周期为24h。

图1 湿热循环控制图

4.4 试验说明

本试验程序是为了重现湿热环境对装备的主要影响，不再现自然界发生的或在使用中诱发的温湿度随时间变化的历程，也不再现太阳辐射之后的湿热效应。本程序可能诱发显示长期效应的故障。

5 信息要求

5.1 试验前需要的信息

一般信息见GJB 150.1A－2009中的3.8，特殊信息如下：

a) 在试验期间，试件的密封部分应打开还是关闭；

b) 试件工作时间或规定的目视检查次数；

c) 试验程序操作信息(适用时)。

5.2 试验中需要的信息

一般信息见GJB 150.1A－2009中的3.11，特殊信息如下：

a) 试验箱的温湿度随时间变化的记录；

b) 试件性能参数和检测的时间点与持续时间。

5.3 试验后需要的信息

一般信息见GJB 150.1A－2009中的3.14，特殊信息如下：

a) 试件已经进行过的试验；

b) 每次性能检测(试验前，试验期间和试验后)和目视检查的结果(适用时应拍照)；

c) 每次性能检测所需的时间；

d) 暴露持续时间或试验循环的周期数；

e) 试件的技术状态和专用装置的规定。

6 试验要求

6.1 试验设备

6.1.1 试验箱

除另有规定外，试验箱(室)应能防止箱壁冷凝水滴落到试件上。试验箱应设置排气孔，以防止箱内压力升高，还应注意防止外来污染。

6.1.2 传感器和检测仪器

使用不受冷凝水影响的固体传感器测量相对湿度，也可使用快速反应干湿球传感器或露点测试仪等进行测量。本试验是高相对湿度的试验，不应采用对冷凝水敏感的传感器，如氯化锂型传感器。需要数据采集系统测量试验条件，该测量系统应装有适当的记录装置。数据采集系统一般与试验箱控制器分开。如果使用有刻度的记录纸，则该记录纸应至少精确到±0.6℃。若采用湿球控制方法，则湿球和容器应保持清洁，并在每次试验前更换新的湿球纱布，且至少每30d更换一次。使用的湿球纱布应尽可能薄，以便于水蒸发，并保持传感器表面湿润。湿球系统所用的水应与加湿用水的水质相同。如果可能，试验期间应至少每24h对水容器、湿球纱布、传感器和其他组成相对湿度测量系统的部件进行目视检查，以保证预期功能。

6.1.3 风速

流过湿球传感器的风速不应低于4.6m/s，且湿球纱布应在风扇吸气的一侧以避免风扇热量的影响。试件周围空气任何部位的风速应保持在0.5m/s～1.7m/s。

6.1.4 加湿方法

采用蒸汽或喷水的方法加湿试件周围的空气。加湿所用的水应符合GJB 150.1A－2009中3.2的要求。应定期(不超过15d)检验水质以确保水质合格。如果用喷水加湿，在喷水之前应调节水的温度以避免破坏试验条件，而且不能直接将水喷入试验区。在试验期间试验箱内产生的冷凝水应从试验箱内排除出去。

6.1.5 防止污染

除水之外，不应有其他的物质与试件直接接触，以防止引起试件的劣化或影响试验结果，不应将任何锈蚀或腐蚀性污染物及其他物质引入试验箱内。试件周围空气的除湿、加湿、加热、冷却所用的方法不应改变试验箱内的空气、水或水蒸气的化学成分。

6.2 试验控制

试验控制应满足下列要求：

a) 试验箱应有测量和记录装置，并应与试验箱的控制器分开。
b) 除另有规定外，试验期间应对温度和相对湿度的模拟量进行连续测量。若需要数字测量，则测量的时间间隔应不大于15min。
c) 所采用的仪器与试验箱应满足GJB 150.1A－2009中3.3的允差要求。

6.3 试验中断

一般要求见GJB 150.1A－2009中的3.12，特殊要求如下：

a) 欠试验中断。若试验发生了意外的中断，导致试验条件低于规定值，并超过了允差，则应从中断前最后一个有效循环的结束点重新开始试验。
b) 过试验中断。若发生过试验中断，在重新试验前应对试件进行适当的物理检查和工作检查(当可行时)。对于存在安全问题的试件，如弹药，尤其要这样做。若发现了安全问题，优先的处理方法是终止试验，并用新的试件重新开始试验。如果不这样做，继续试验期间若试件发生故障，试验结果可能无效。当确认过试验中断的影响可以忽略时，则恢复中断前的试验条件，并从过试验中断点继续试验，否则采用新的试件重新开始试验。

6.4 试件的安装与调试

6.4.1 一般要求

见GJB 150.1A－2009中3.9.1。

6.4.2 特殊要求

检查用于试验条件监测的传感器类型是否合适，安装位置是否正确以便获得所需要的试验数据。

7 试验过程

7.1 概述

单独或组合使用下列步骤进行湿热试验，收集湿热环境中有关试件的必要信息。

7.2 试验准备

7.2.1 试验前准备

试验开始前，根据有关文件确定试件的技术状态、温度、湿度、持续时间和试验周期数等。

7.2.2 初始检测

试验前所有试件均要在标准大气条件下进行检测，以取得基线数据。检测应按以下步骤进行：

a) 将试件安装在试验箱内；

b) 按规定的技术状态准备试件；

c) 全面目视检查试件；

d) 记录检查结果；

e) 根据技术文件进行工作检测(适用时)，并记录结果。

7.3 试验程序

试验程序的步骤如下：

a) 完成初始检测后，试验箱内的温度调节为23℃±2℃、相对湿度为50%±5%，并保持24h。

b) 调节试验箱内的温度为30℃、相对湿度为95%。

c) 按图1所示的试验条件暴露试件。试验周期数由4.3.2确定。对试件进行性能检测，推荐在第5或第10个循环周期的末尾如图1所示的时间段内进行，完成检测所需时间为验证试件性能所需的最短时间。对试件进行性能检测也可按有关文件进行。记录检测结果。如果试件出现故障，则终止温湿度循环，进行步骤d)。若试件能正常工作，继续试验。

如果在试件工作性能检测时需要打开试验箱门或者需要从试验箱内取出试件，并且试件工作性能检测不能在30min内完成时，为了防止不真实的干燥，将试件在温度为30℃和相对湿度为95%条件下保持1h，然后继续进行检测，直到检测完毕。

如果试件工作性能检测在试验箱内进行，而且检测时间超过图1所示的4h，则不能按图1所示进行后续循环，而应延长时间直到检测完毕。一旦检测完毕，按照图1所示继续进行后续循环。

d) 调节温湿度条件使其达到标准大气条件。进行性能检测以便与试验前检测结果对比。

e) 全面目视检查试件，并记录试件在湿度条件下暴露引起的变化情况。

8 结果分析

除GJB 150.1A－2009中3.17提供的指南外，下列信息有助于评价试验结果：

a) 允许的或可接受的工作性能下降；

b) 进行试验所需要的特定操作程序或专用装置可能导致的影响；

c) 是否可以将温度效应与湿度效应分开考虑。

附 录 A
(资料性附录)
与潮湿相关的物理现象

A.1 凝露

水蒸气在温度低于周围空气露点的表面凝结的现象，称为凝露。凝露会使水蒸气转变成液态水。

空气中的水蒸气量决定着露点的高低。露点、绝对湿度和水蒸气压力相互关联。放置在试验箱内的试件，当其表面温度低于试验箱内空气露点时，就会产生凝露。因此，为了防止凝露的产生，试件应先预热。

通常，凝露只用目测测定，但不包括所有的情况，特别是表面粗糙的小试件难以用目测来判别。若试件的热容量很小，只有在空气温度快速上升，或相对湿度接近100%时才会产生凝露。可以观察到由于试件周围空气温度的降低，而使箱体结构内表面产生的轻微凝露。

A.2 吸附

水分子在温度比露点高的表面粘附的现象，就是吸附。粘附在试件表面的水分子的量，取决于材料的类型、表面结构和周围空气中的水蒸气压力。单独评价吸附的影响是不容易的，因为与吸附同时发生的吸收的影响通常会更明显。

A.3 吸收

水分子在材料内部的积聚称为吸收。吸收水气的量部分取决于周围空气中水的含量。吸收过程一直持续到平衡为止。水分子渗透的速度随温度的上升而提高。

A.4 扩散

由于局部压力不同而造成的水分子在材料中的移动，称为扩散。电子产品中常遇到的扩散现象的例子是：水气通过电容器或半导体上的有机覆盖层，或通过密封腻子渗透到电子产品内部。

A.5 呼吸

由于温度变化而引起的试件空腔内外空气交换的现象称为呼吸。呼吸作用通常会使试件空腔内产生凝露现象。